

# **PENENTUAN PUSAT AKTIVITAS HIDROTERMAL DAERAH CANGAR, JAWA TIMUR, BERDASARKAN ANALISIS PERGERAKAN PARTIKEL (*PARTICLE MOTION*)**

Dahlia Kurniawati I<sup>1)</sup>, Sukir Maryanto<sup>1)</sup>, Wasis<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Jurusan Fisika, Universitas Brawijaya Malang

Email : [dahlia.kurniawati@gmail.com](mailto:dahlia.kurniawati@gmail.com)

## **ABSTRAK**

Telah dilakukan penelitian panasbumi di daerah Cangar, Jawa Timur, menggunakan analisis pergerakan partikel gempa. Analisis pergerakan partikel terdiri dari komponen horisontal untuk menentukan episenter dan komponen vertikal untuk menentukan hiposenternya. Penentuan episenter dan hiposenter berdasarkan arah pergerakan partikel menggunakan metode satu stasiun, yaitu stasiun perekaman CGR01 dan CGR02 yang masing-masing dipilih 5 *event*. Hasil dari analisis pergerakan partikel diperoleh 5 episenter gempa mikro berdasarkan pertemuan arah pergerakan partikel dua titik stasiun perekaman. Sebaran episenter berada di 5 titik, yaitu (112°32'2,04" BT; 7°44'32,208" LS), (112°32'2,04" BT; 7°44'32,1" LS), (112°32'0,96" BT; 7°44'31,49" LS), (112°32'3,57" BT; 7°44'32,58" LS), dan (112°32'3,44" BT; 7°44'32,67" LS). Sedangkan kedalaman sumber gempa berada pada 17 hingga 60 meter di bawah permukaan bumi. Titik episenter dan hiposenter berkaitan dengan adanya aktivitas hidrotermal di bawah permukaan bumi.

Kata kunci: analisis pergerakan partikel, hidrotermal, Cangar

## **ABSTRACT**

Research on geothermal has been conducted in Cangar area, East Java, using particle motion analysis. Particle motion analysis consists of horizontal component to determine epicenter and vertical component to determine hypocenter. Determination of epicenter and hypocenter are based on direction of particle motion, by using single-station methods. On each station CGR01 and CGR02 three events are chosen. From the particle motion analysis, five epicenters are obtained, based on intersection of particle motion direction on both station. They located at (112°32'2,04" BT; 7°44'32,208" LS), (112°32'2,04" BT; 7°44'32,1" LS), (112°32'0,96" BT; 7°44'31,49" LS), (112°32'3,57" BT; 7°44'32,58" LS), dan (112°32'3,44" BT; 7°44'32,67" LS). Whereas the hypocenter of earthquake ranging from 30 – 60 meters from surface. The epicenter and hypocenter related with hydrothermal activity in subsurface.

Keywords: *particle motion analysis, hydrothermal, Cangar*

## **PENDAHULUAN**

*Geothermal* merupakan sumber energi alami yang berasal dari interaksi batuan dan aliran panas yang ada di dalam bumi. Potensi panasbumi di Indonesia mencapai 40% dari sumber panasbumi dunia yang tersebar dari Sumatera, Jawa, Nusa Tenggara hingga Sulawesi. Salah satu daerah yang memiliki potensi panasbumi di Jawa Timur yaitu di pemandian air panas Cangar.

Telah dilakukan beberapa penelitian untuk mengetahui potensi panasbumi dengan beberapa metode geofisika, antara lain geolistrik, geomagnet dan gayaberat (*gravity*). Dari hasil penelitian

dengan metode geolistrik menunjukkan adanya potensi panas bumi yang terletak di selatan dari sumber mata air panas dengan kedalaman 24,7 meter dari permukaan tanah<sup>[1]</sup>. Penelitian dengan menggunakan metode geomagnet menunjukkan adanya sumber potensi panasbumi yang berada pada utara dan barat dari manifestasi air panas<sup>[2]</sup>. Sedangkan dengan metode gayaberat diperkirakan terdapat potensi panasbumi dengan volume  $\pm 2.064.640 \text{ m}^3$  yang terletak pada S 7.7406° dan E 112.5339°<sup>[3]</sup>. Sedangkan belum dilakukan penelitian dengan metode seismik untuk

mengetahui daerah berpotensi panasbumi yaitu analisis gempa mikro.

Energi panasbumi dapat didefinisikan sebagai energi yang secara alami dihasilkan oleh bumi. Gempabumi di daerah panasbumi dihubungkan terhadap gerakan patahan sepanjang aliran fluida panasbumi tersebut <sup>[4]</sup>. Magnitudo gempabumi yang kurang dari 3, secara umum dikenal sebagai *microearthquake* atau gempa mikro. Menurut Holland (2002) <sup>[5]</sup>, mempelajari gempa mikro pada lokasi panasbumi dapat mengetahui saling berhubungannya sistem retakan yang mengatur migrasinya fluida pada lapangan panasbumi.

Menurut Utama et al (2013) <sup>[6]</sup>, mikroseismik atau mikrotremor merupakan salah satu metode seismik pasif untuk merekam getaran yang dihasilkan oleh bumi seperti aktivitas vulkanik, gelombang, kondisi regional meteorologi, aktivitas manusia dan sebagainya. Metode mikroseismik biasanya digunakan untuk eksplorasi atau pengembangan di daerah berpotensi minyak bumi, pertambangan maupun panasbumi.

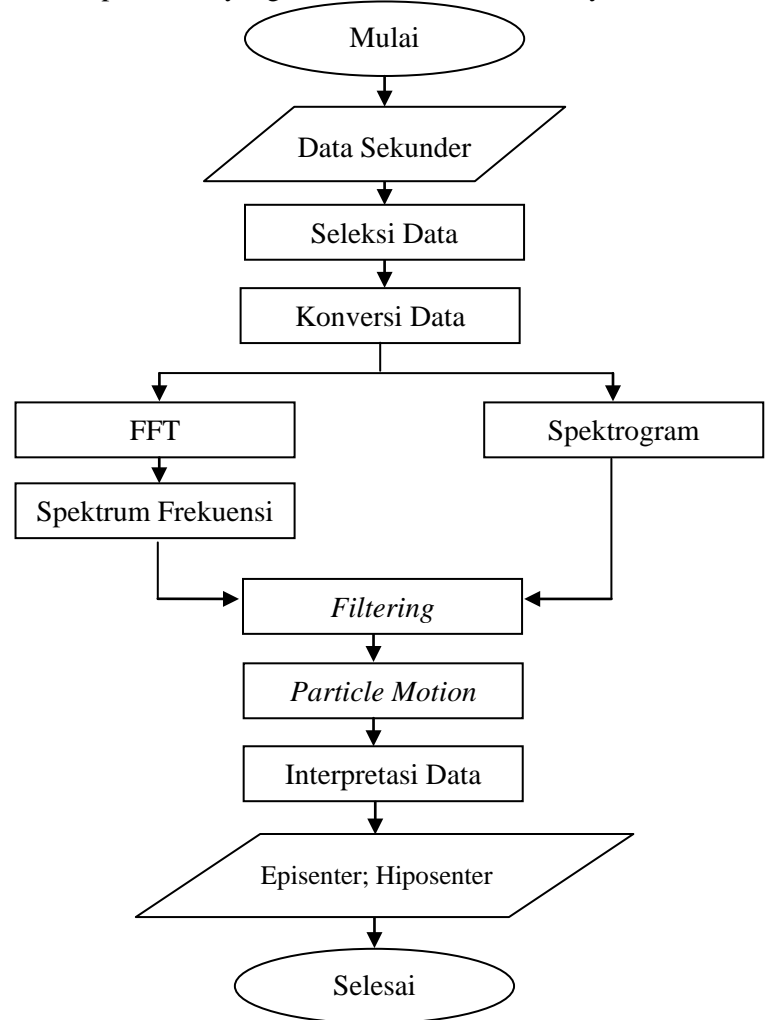
Salah satu metode untuk mengetahui adanya *crack* di lapangan panasbumi adalah analisis pergerakan partikel gempa mikro. Pergerakan partikel pada komponen horisontal dan vertikal untuk menentukan episenter dan hiposenter gempa mikro.

## METODOLOGI

Data yang digunakan yaitu data mikroseismik di daerah Cagar, Jawa Timur, dengan dua titik stasiun perekaman CGR01 dan CGR02. Alur penelitian terlihat seperti pada gambar 1. Data yang terekam oleh TDS memiliki 3 komponen yaitu *North-South* (NS), *East-West* (EW) dan *Up-Down* (UD). Tiga komponen inilah yang akan digunakan dalam analisis pergerakan partikel gempa mikro. Data yang berada di domain waktu akan ditransformasikan ke domain frekuensi dengan FFT (*Fast Fourier Transform*) sehingga diperoleh spektrum frekuensi masing-masing komponen.

Selain itu juga diperlukan analisis spektrogram untuk mengetahui variasi frekuensi sinyal harmonik terhadap waktu. Hal ini bertujuan untuk menentukan batas frekuensi yang akan digunakan dalam proses pemfilteran. Pemfilteran menggunakan *band-pass filter* Butterworth karena jenis ini memiliki keunggulan dalam memfilter *band-pass*.

Plot pergerakan partikel (*particle motion*) pada komponen horisontal dan vertikal untuk menentukan episenter dan hiposenter suatu gempa mikro. Episenter gempa mikro diperkirakan dengan melihat arah pergerakan partikelnya, kemudian perhitungan dilakukan secara kasar. Begitu pula dalam menentukan jarak hiposenter suatu gempa mikro di lapangan panas bumi. Interpretasi adanya potensi panasbumi perlu dikorelasikan dengan hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.

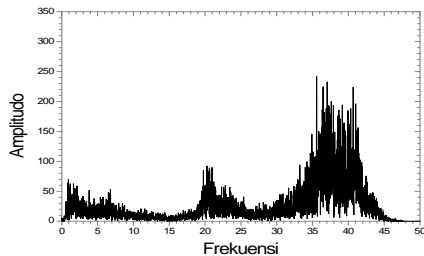


Gambar 1. Alur penelitian

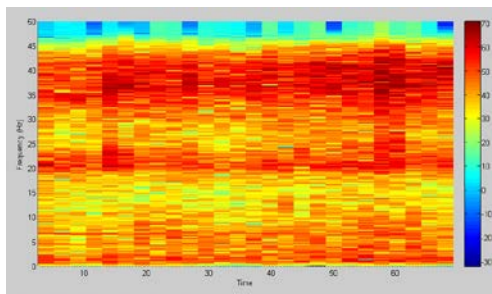
## ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Spektrum frekuensi menerapkan prinsip FFT, dimana data yang terekam di domain waktu akan ditransformasikan ke domain frekuensi. Menurut Ihsan (2011) <sup>[7]</sup>, penentuan batas frekuensi berdasarkan frekuensi dominan menunjukkan adanya sinyal asli berada di frekuensi tersebut. Data gempa mikro di daerah Cagar memiliki frekuensi

dominan diatas 15 Hz (lihat gambar 2). Tingginya frekuensi dominan sinyal ini diduga karena adanya pengaruh dari aktivitas hidrotermal. Hal yang serupa juga dihasilkan oleh spektrogram yang menerapkan prinsip STFT (Short Time Fourier Transform) yaitu variasi frekuensi terhadap waktu.

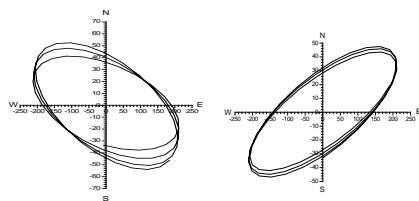


**Gambar 2.** Spektrum frekuensi gempa mikro



**Gambar 3.** Spektrogram gempa mikro

Batas frekuensi yang telah ditentukan berdasarkan analisis spektrum frekuensi dan spektrogram akan diterapkan pada proses pemfilteran. Sinyal yang telah difilter selanjutnya dicuplik setiap 1 sekon. Hal ini bertujuan untuk mengetahui arah pergerakan partikel. Hasil plot pergerakan partikel pada komponen horisontal akan diketahui posisi dari titik episenter masing-masing *event*.

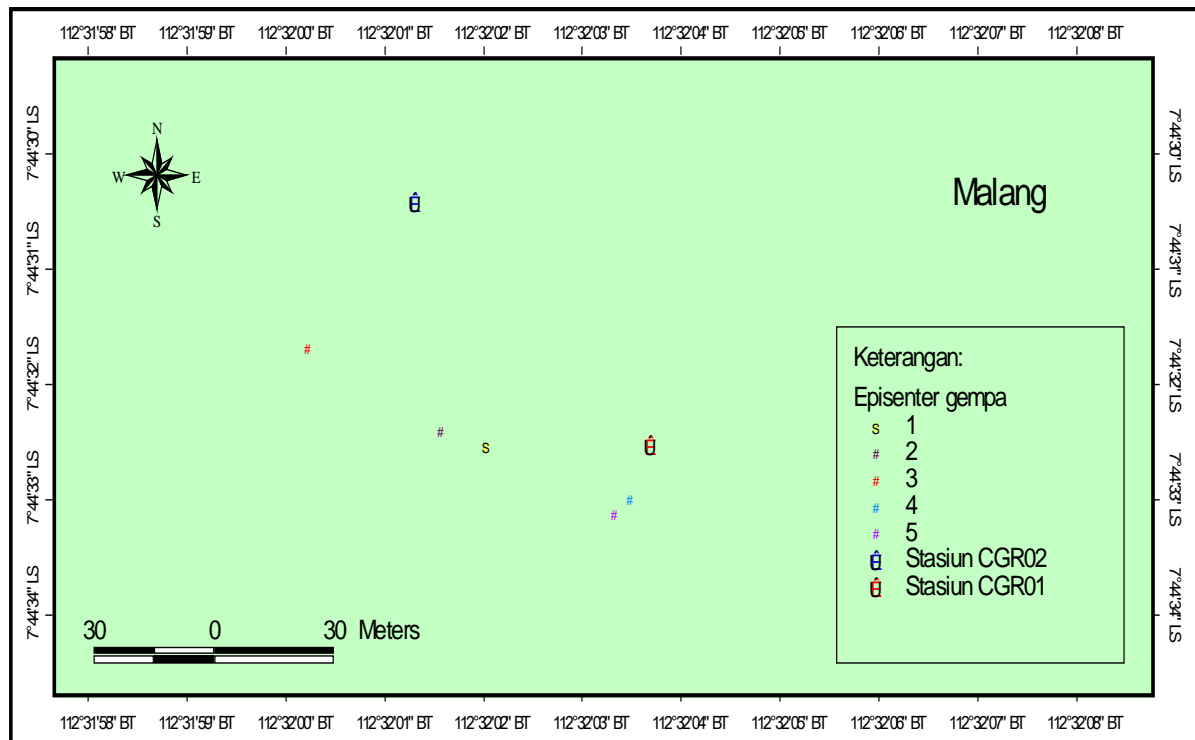


**Gambar 4.** Pergerakan partikel CGR01: a) komponen horisontal (b) komponen vertikal

Berdasarkan analisis pergerakan partikel aktivitas seismik di daerah Cangar, Jawa Timur, terdapat 5 titik episenter yang diduga terdapat aktivitas hidrotermal di bawah permukaan bumi. Hal ini didukung oleh adanya sebaran manifestasi panasbumi di sekitar daerah tersebut. Batuan yang mendominasi di daerah Cangar, menurut metode geolistrik, geomagnet dan gayaberas adalah batuan basalt dan batuan lava. Batuan lava mengandung banyak retakan yang menjadi ruang untuk mengalirnya fluida (air) (Rakhmanto, 2011). Retakan dapat terjadi akibat adanya aktivitas vulkanik maupun tektonik di sekitar Gunung Arjuno-Welirang. Fluida yang terdapat di bawah permukaan bumi akan terpanaskan oleh batuan panas, sehingga akan meningkatkan aktivitas fluida panas tersebut dan terjadi gempa. Gambar 5 menunjukkan tiga titik episenter gempa mikro yang diduga sumber air panas yang belum ditemukan.

## KESIMPULAN

1. Analisis pergerakan partikel yang terdiri atas komponen horisontal dan vertikal dapat digunakan untuk memperkirakan jarak episenter dan hiposenter suatu kejadian gempa. Berdasarkan hasil penelitian, sumber gempa berada pada kedalaman 17 hingga 60 meter dibawah permukaan bumi. Sedangkan sebaran episenter berada di 5 titik, yaitu ( $112^{\circ}32'2,04''$  BT;  $7^{\circ}44'32,208''$  LS), ( $112^{\circ}32'2,04''$  BT;  $7^{\circ}44'32,1''$  LS), ( $112^{\circ}32'0,96''$  BT;  $7^{\circ}44'31,49''$  LS), ( $112^{\circ}32'3,57''$  BT;  $7^{\circ}44'32,58''$  LS), dan ( $112^{\circ}32'3,44''$  BT;  $7^{\circ}44'32,67''$  LS).
2. Penentuan titik episenter dan hiposenter berkaitan dengan adanya aktivitas hidrotermal di bawah permukaan bumi. Hal ini ditunjukkan oleh spektrum frekuensi dominan yang tinggi yang diduga bahwa terdapat aktivitas fluida yang terpanaskan oleh batuan panas disekitarnya.



**Gambar 5.** Peta sebaran panasbumi di daerah Cangar, Jawa Timur

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Rakhmanto, *Tomografi Geolistrik Daerah Panasbumi Welirang-Arjuno (Studi Sumber Air Panas Cangar Batu)*, (Universitas Brawijaya, Malang, 2011).
- [2] A. Afandi, *Studi Potensi Panas Bumi Di Daerah Cangar Kota Batu Jawa Timur*, (Universitas Brawijaya, Malang, 2011).
- [3] M. Badaruz Zaman, *Studi Potensi Panas Bumi di Pemandian Air Panas Cangar, Kota Batu, Jawa Timur Dengan Menggunakan Metode Gayaberat*, (Universitas Brawijaya, Malang, 2011).
- [4] Holland, *Microearthquake Study Of The Salton Sea Geothermal Field, California: Evidence Of Stress Triggering*, (The University of Texas, El Paso, 2002)
- [5] W. Utama, Tri Martha KP, Dwa Desa W., and Makky S. Jaya, *Application of Ensemble Empirical Mode Decomposition (EEMD) for Identification of Hydrothermal Dynamics In the Subsurface, Case Study Mt. Lamongan, East Java*, (Proceeding ITB Geothermal Workshop, Bandung, 2013).
- [6] Ihsan, Agung Budi, *Karakterisasi Mikrotremor Di Daerah Sekitar Sungai Porong Desa Kebonagung Sidoarjo*, (Universitas Brawijaya, Malang, 2011).